

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-143596

(43) 公開日 平成9年(1997)6月3日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C	9/01		C 2 2 C	9/01
	9/06			9/06
C 2 2 F	1/08		C 2 2 F	1/08 H
F 0 2 F	1/42		F 0 2 F	1/42 H
				E
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 6 頁)				

(21) 出願番号 特願平7-301377

(22) 出願日 平成7年(1995)11月20日

(71) 出願人 391005802

三芳合金工業株式会社

埼玉県入間郡三芳町大字上富508番地

(72) 発明者 蔵本 繁

埼玉県入間郡三芳町大字上富508番地 三

芳合金工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 清水 修

(54) 【発明の名称】 耐熱、耐摩耗性高強度銅合金およびその製造方法。

(57) 【要約】

【課題】 アルミニウム青銅並みの機械的性質を備えながら、耐熱性、耐摩耗性、導電性等に於いて、優れた特性を得ることができるものである。

【解決手段】 Ni 3.5~5.0wt%, Si 0.5~2.0wt%, Al 3.0~5.5wt%, Fe 0.5~2.5wt%, Mn 0.5~1.5wt% 及び残部が不可避免的な不純物を除く銅から構成する。そして、この素材を金型圧力鋳造または、鋳塊より熱間塑性加工を加え、その後溶体化処理し、次に時効処理を行うものである。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 Ni 3.5～5.0wt%, Si 0.5～2.0wt%, Al 3.0～5.5wt%, Fe 0.5～2.5wt%, Mn 0.5～1.5wt%及び残部が不可避的な不純物を除く銅よりなる耐熱、耐摩耗性高強度銅合金。

【請求項2】 Ni 3.5～5.0wt%, Si 0.5～2.0wt%, Al 3.0～5.5wt%, Fe 0.5～2.5wt%, Mn 0.5～1.5wt%及び残部が不可避的な不純物を除く銅よりなり、これらに金型圧力鑄造または、鑄塊に熱間塑性加工を加え、その後850～970℃にて溶体化処理し、次に処理温度470～600℃にて時効処理を行うことを特徴とする耐熱、耐摩耗性高強度銅合金の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は銅合金として、耐熱、耐摩耗性に優れ機械的強度が要求される、例えば自動車のエンジン部品のバルブシートのような耐熱性と耐摩耗性が要求される摺動材などに有用な銅合金に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、銅合金の中で機械的性質が良好で耐摩耗性が良い材料として、アルミニウム青銅がある。しかし、Alを9.4wt%以上含むものは、いわゆる $\alpha+\beta$ 相合金となる。この $\beta$ 相が多くなる程、高温における硬さが低下する。

【0003】そのため、機械的性質やコストなどの関係でアルミニウム青銅を用いる場合は、 $\alpha$ 単相合金であるABB-1材(JISC6161材)が用いられている。しかし、 $\alpha+\beta$ 相合金であるABB-2材(JISC6191材)よりも、常温での機械的性質が悪くなるという問題点がある。

【0004】また、特公平5-27698号公報には、本発明品と添加元素が同じ銅合金が記載されている。しかし、この公知例はAlを8.5～10.5wt%含んだ、耐摩耗性を向上させたアルミニウム青銅である。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしこの公知例は、前記の通りAlの添加量が多いため、耐熱性が問題となる。また、一般的に銅合金は鉄系材料やニッケル基合金と比較して、耐熱性が劣るが、電気伝導性、熱伝導性が良く、特に鉄系材料との接触摩耗性が良好である。

【0006】そして、最近、自動車エンジン部品の高性能化等にもない、レース用等特別仕様車に、チタン合金のバルブが使用されているが、それと共に使用されるバルブシートは、耐熱性と耐摩耗性が要求され、従来の銅合金では満足できないものとなっている。

【0007】また、銅合金の中で析出硬化型銅合金として、機械的性質及び物理的性質が優れたものとして、B

eCu25合金に代表されるBeCu合金がある。しかし、このBeCu合金は高価であることと、耐摩耗性にやや難点がある。

【0008】そこでアルミニウム青銅並みの機械的性質および耐摩耗性を有し、耐熱性も良好な銅合金の開発が望まれる。このような目的から注目されている銅合金に、コルソン合金がある。このコルソン合金は、Cu-Ni-Si系のもので、実験してみた結果は、耐熱性はかなり良く、銅合金の中では軟化温度が高いものとなっている。しかし、この3元系だけでは機械的強度がJISC6191材のアルミニウム青銅より劣るものとなっている。そこで、本発明に於いては、これに他元素を添加して改良する事とした。

【0009】そして、目標とする機械的性質および物理的性質は以下の通りとした。

引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	635以上
伸び(%)	5以上
硬さ(HRB)	95以上
導電率(IACS%)	10以上
高温硬さ(HB10/500)	600℃にて 60以上
耐摩耗性(常温)	比較材としてABB-2材より良好なこと

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は上述の如き課題を解決するため、第1の発明は、Ni 3.5～5.0wt%, Si 0.5～2.0wt%, Al 3.0～5.5wt%, Fe 0.5～2.5wt%, Mn 0.5～1.5wt%及び残部が不可避的な不純物を除く銅よりなるものである。

【0011】また、第2の発明は、Ni 3.5～5.0wt%, Si 0.5～2.0wt%, Al 3.0～5.5wt%, Fe 0.5～2.5wt%, Mn 0.5～1.5wt%及び残部が不可避的な不純物を除く銅よりなり、これらに金型圧力鑄造または、鑄塊に熱間塑性加工を加え、その後850～970℃にて溶体化処理し、次に処理温度470～600℃にて時効処理を行うことを特徴とするものである。

## 【0012】

【作用】上述のコルソン合金に関連した公知の材料として、コルソン合金にAlを添加したものがあるが、本目標の機械的強度を満足せず、高温硬さが物足りないものとなっている。そこで本発明者等は前記課題を解決するため、種々実験を行った結果、コルソン合金相当にAlのほかFe、Mnを加え、これに溶体化処理および時効処理を加えることにより、上述の条件を満足させたものである。

【0013】次にCu以外の本合金の組成に関して説明する。Niは、機械的強度を上げる目的で用いられると共に、高温硬さを上げるのに効果がある。その含有量が3.5wt%より少ないと、機械的強度や高温硬さを上

げる効果が少ない。また、5wt%よりも含有量が多いと導電率が落ち、熱伝導率が悪くなる。

【0014】また、SiはNiと化合しニッケル珪化物を作り、溶体化処理をすることにより過飽和固溶体を得られる。その後、時効処理をすることにより微粒析出によって硬くなる性質をもっている。その結果導電性のある熱伝導率の良い材料となる。そして、Siの一部はMnと化合しマンガニ珪化物を作り、耐摩耗性に寄与する。また、Siの含有量が0.5wt%より少ないと上記の効果がなく、2wt%よりも多いと、機械的性質の伸びを悪くする。

【0015】また、Alは、機械的性質の引張強さを上げると共に、耐摩耗性を向上させる。そのため、含有量が3.0wt%より少ないと目標の引張強さを出すことができない。また、含有量が5.5wt%よりも多いと、他の添加元素との関係もあって、機械的性質の伸びが悪くなると同時に、耐熱性にも影響を及ぼして高温硬さが悪くなる。

【0016】また、Feは、この材料に関して重要な添加元素で、組織を微細化し機械的強度を上げるとともに、耐摩耗性を向上させる。そして、含有量が0.5wt%より少ないと、組織を微細化したり、耐摩耗性を向上させたり、機械的強度を上げる効果が少ないものとなる。また、その含有量が2.5wt%より多いと、他の添加元素との影響もあって、機械的性質の伸びが低下し耐摩耗性が悪くなる。

【0017】また、Mnは、素地を強化し機械的強度を上げる効果がある。そして、Siと化合し珪化物を作り、耐摩耗性を向上させると共に熱間加工性を良くする。そのため、Mnの含有量は厳密にすべきで、含有量が0.5wt%より少ないと耐摩耗性を悪いものとする。また、含有量が1.5wt%よりも多いと耐熱性を悪くすると共に、機械的性質の伸びも悪くする。

【0018】以上のような配合で、鋳塊を作り熱間塑性加工を施すか、または金型圧力鑄造により素材を作り、更に本材質は熱処理により析出硬化させなければ、目標の機械的強度および耐熱性、耐摩耗性を得ることができない。そのため、溶体化処理温度および時効処理温度を種々検討した結果、溶体化処理温度は850～970℃とし、時効処理温度は470～600℃とすることにより、目標の機械的強度および耐熱性、耐摩耗性を得ることに成功したものである。

【0019】

【実施例】表1の配合で各材料をそろえた供試材を、高周波誘導炉にて黒鉛るつぼ中で所定のフラックスを用い大気溶解させた後、この溶湯を金型圧力鑄造にてφ80mm×200mmLの試料Aを得た。

【0020】また、表1の配合で各材料をそろえた供試材を、高周波誘導炉にて黒鉛るつぼ中で所定のフラックスを用い大気溶解させた後、この溶湯を重力鑄造してφ

80mm×200mmLに注湯し試料Bの鋳塊を得た。

【0021】そして、上記の試料Aをアズキャスト材としてφ21×200L及びφ25×200Lに切り出した。

【0022】また、上記の試料Bの黒皮を面削して除いた後、熱間鍛造にてφ30×Lに鍛伸した後、φ21×200L及びφ25×200Lに切り出した。

【0023】そして、上記の切り出しを行った試料A及び試料Bを、各々熱処理温度850～970℃にて溶体化処理し、その後470～600℃で時効処理を施した。

【0024】その後、各々の材料より、摩耗試験片5×5×25mm、引張試験用JIS4号試験片、および高温硬さ試験片としてφ25×20mmを用意した。

【0025】また、表1乃至表6に於いて、No1～No4は本発明合金の実施例である。また、表1乃至表6に於いて、No5～No11は比較例である。この比較例に於いて、No5は機械的性質および高温硬さは良好だが、摩耗試験においては乾式および湿式とも本発明品より悪い。Mnを含有させていないので、マンガニ珪化物を形成していないためと考えられる。

【0026】また、比較例No6は、Feを無くしてZrを添加したが、アズキャスト材の機械的性質が悪く、耐摩耗性が本発明実施例よりも悪い。ただし耐熱性は良好である。

【0027】また、比較例No7は、比較例No6と同じくFeを含有させずにZrを添加し、更にAlを増やした例であるが、Alを増やした割にアズキャスト材での機械的性質が悪い。Zrが酸化しやすい元素である影響と、Feを添加していないことによって、耐摩耗性も悪くなっている。

【0028】また、比較例No8は、Niを本願発明よりも増やし、Feも本願発明よりも多く添加した例である。また、Alも上限近くに添加したため、機械的性質の伸びが悪く、導電率も目標に到達していない。乾式での耐摩耗性は良いが湿式での耐摩耗性が少し悪い。

【0029】また、比較例No9は、添加元素をNo1～No8よりも少なくし、Mnを含有させない例である。当然機械的性質は悪く軟らかい材料となっている。また、耐摩耗性は乾式では良いが湿式では少し悪くなっている。

【0030】また、比較例No10は、本願発明の基本となった材料であり、公知のものである。この材質は元々冷間圧延を施して機械的強度を出すもので、本実施例のようにアズキャスト材や熱間塑性加工のみ行い使用するものではないため、機械的強度も満足されず、高温硬さは常温硬さと比較すれば良いが、やや物足りないものとなっている。ただし、耐摩耗性はこの試験方法では良い結果が出ている。

【0031】また、比較例No11は、JISC619

1材に相当するアルミニウム青銅である。耐摩耗性は一般の銅合金と比較すれば優秀な材料であるが、高温硬さは本実施材の中で最も悪い。

【0032】表1は成分組成値(wt%)を示している。  
【表1】

No	Ni	Si	Al	Fe	Mn	Zr	Cu	備考
1	4.25	1.50	4.31	0.95	0.90	/	Bal	実施例
2	4.40	1.55	4.68	1.89	1.01	/	"	"
3	4.85	1.71	3.58	0.94	0.91	/	"	"
4	3.72	1.36	4.06	1.62	0.83	/	"	"
5	3.93	1.44	4.14	2.08	/	/	"	比較例
6	4.30	1.59	4.38	/	0.73	0.30	"	"
7	4.31	1.44	6.28	/	0.82	0.32	"	"
8	5.31	1.76	4.98	2.97	1.86	/	"	"
9	1.93	0.98	2.84	1.07	/	/	"	"
10	3.36	0.82	4.02	/	/	/	"	"
11	1.92	/	9.86	3.98	1.08	/	"	"

【0033】表2は金型圧力鋳造した試料Aの溶体化処理および時効処理後の機械的性質および導電率を示している。  
【表2】

No	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	伸び(%)	硬さ(HR)	導電率(IACS%)	備考
1	657	9.3	B 98	11.2	実施例
2	694	11.3	B 100	10.5	"
3	725	7.4	B 100	11.4	"
4	664	10.2	B 100	10.6	"
5	665	10.0	B 99	11.0	比較例
6	563	3.6	B 95	10.7	"
7	540	2.8	B 98	10.8	"
8	725	2.2	C 27	9.3	"
9	506	18.0	B 86	12.5	"
10	489	48.0	B 84	13.1	"
11	640	18.2	B 90	7.0	"

【0034】上記表2に於ける試料Aの溶体化処理および時効処理温度。  
No 1～No 9 溶体化処理(950℃)、時効処理(510℃)。  
No 10 " (900℃)、" (500℃)。  
No 11 焼入処理 (630℃)。

【0035】表3は鋳塊の試料Bを熱間鍛造後に溶体化処理および時効処理を行った後の機械的性質及び導電率を示している。  
【表3】

No	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	伸び(%)	硬さ(HR)	導電率(IACS%)	備考
1	827	10.3	B 98	11.1	実施例
2	837	10.7	C 24	11.4	"
3	858	10.9	C 23	11.4	"
4	798	10.5	C 24	11.4	"
5	828	22.3	B 99	11.6	比較例
6	751	16.6	B 95	10.7	"
7	763	8.9	B 96	10.9	"
8	837	4.0	C 26	9.7	"
9	617	18.4	B 88	12.6	"
10	627	27.1	B 88	13.8	"
11	753	20.6	B 91	7.0	"

【0036】上記表3に於いて溶体化処理および時効処理方法は表2と同じにした。

℃ HB(10/500) 800℃HB(10/275)を示している。

【0037】表4は高温硬さ(測定単位 常温～700

【表4】

No	常温	200℃	400℃	500℃	600℃	700℃	800℃	備考
1 A	184	184	175	121	80	33	14	実施例
B	184	190	184	130	86	39	15	
2 A	195	184	175	121	80	33	14	実施例
B	206	195	175	124	81	37	15	
3 A	195	190	175	121	86	33	13	実施例
B	206	206	190	139	102	40	15	
4 A	195	190	175	121	77	33	14	実施例
B	206	200	179	124	86	40	15	
5 A	190	179	162	121	81	33	12	比較例
B	195	195	175	136	81	37	14	
6 A	175	170	162	102	52	22	10	比較例
B	175	170	154	121	74	27	10	
7 A	195	184	143	81	42	23	10	比較例
B	179	179	154	96	46	23	7	
8 A	219	206	190	121	67	29	11	比較例
B	212	184	175	114	67	35	14	
9 A	143	139	139	102	67	23	7	比較例
B	150	150	139	121	81	35	13	
10 A	143	143	133	121	84	29	10	比較例
B	150	150	139	121	72	23	10	
11 A	157	128	101	52	22	/	/	比較例

【0038】上記表4に於いてNoの後のAは試料Aに溶体化処理及び時効処理を行ったものであり、Bは試料Bを熱間鍛造後に溶体化処理及び時効処理を行ったもの

である。

【0039】表5は乾式摩耗テスト(単位: mg/cm<sup>2</sup>)を示している。

【表5】

	摩耗量
実施例1	124
実施例2	115
実施例3	102
実施例4	106
比較例5	159
比較例6	178
比較例7	228
比較例8	134
比較例9	127
比較例10	109
比較例11	180

【0040】上記表5に於ける乾式摩耗テストは、摩耗試験機を葉山式摩耗試験機により行った。

テスト条件 40kg/cm<sup>2</sup>圧 走行距離2km  
走行スピード 17.3m/秒

相手材 SCM435

各々のテストピースを上記条件にて各3回テストした結果の平均値を示したものである。また、上記の乾式摩耗テストは試料Aに溶体化処理及び時効処理を行ったもの

テスト条件 60kg/cm<sup>2</sup>圧 走行距離10km

走行スピード 30m/秒

相手材 SCM435

潤滑油 テトラオイルNo. 46 30cc/h供給

各々のテストピースを上記条件にて各3回以上テストした結果の平均値を示したものである。また、上記の湿式摩耗テストは試料Aに溶体化処理及び時効処理を行ったものについてのみ行い、試料Bを熱間鍛造後に溶体化処理及び時効処理を行ったものに付いては行っていない。

についてのみ行い、試料Bを熱間鍛造後に溶体化処理及び時効処理を行ったものに付いては行っていない。

【0041】表6は湿式摩耗テスト(単位:mg/cm<sup>2</sup>)を示している。

【表6】

	摩耗量
実施例1	4.8
実施例2	2.8
実施例3	6.4
実施例4	2.0
比較例5	10.0
比較例6	7.6
比較例7	15.2
比較例8	10.4
比較例9	15.6
比較例10	1.2
比較例11	15.2

【0042】上記表6に於いて湿式摩耗テストは、摩耗試験機を葉山式摩耗試験機により行った。

【0043】

【発明の効果】本発明は上述の如く、アルミニウム青銅並みの機械的性質を備えながら、導電率(IACS%)、高温硬さ、耐摩耗性等に於いて優れた特性を得ることができるものである。